



## Dimensionering af armerede betonkonsoller

Heshe, Gert

*Publication date:*  
1985

*Document Version*  
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*  
Heshe, G. (1985). *Dimensionering af armerede betonkonsoller*. Institut for Bygningsteknik, Aalborg Universitetscenter.

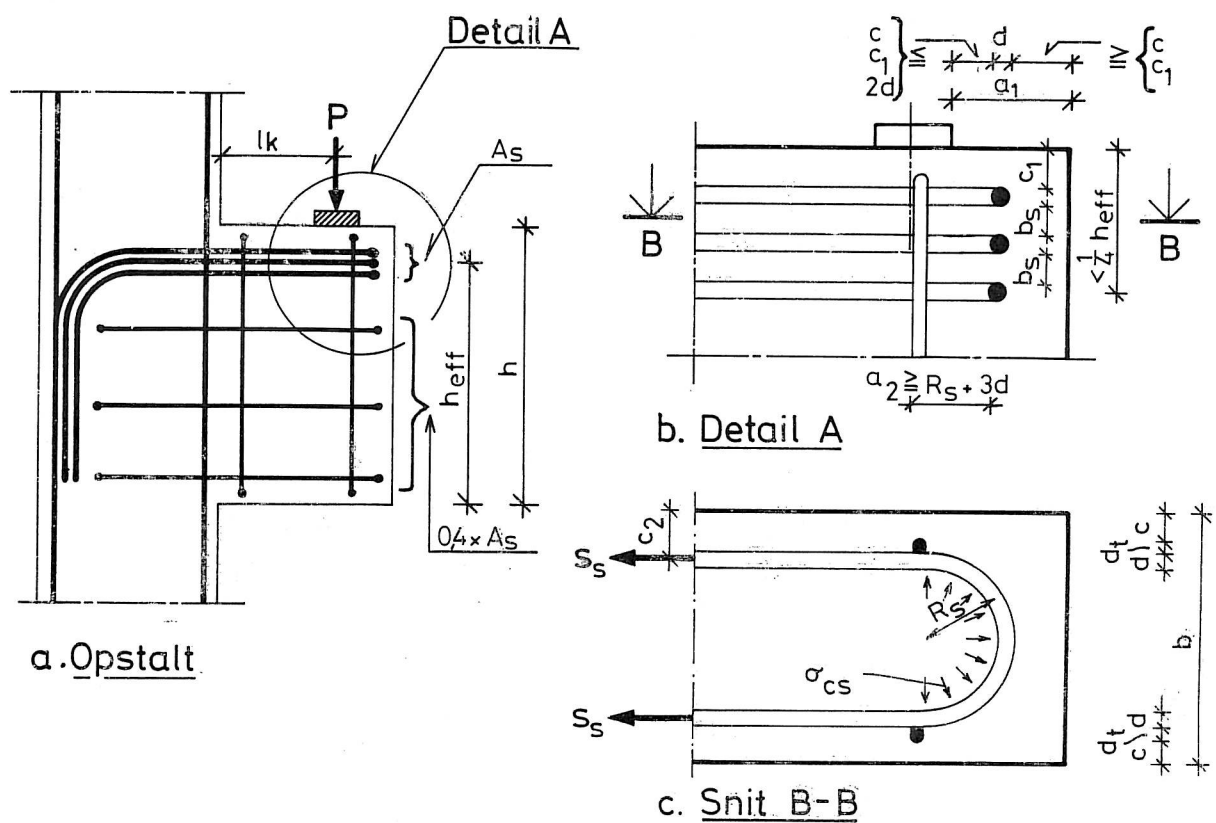
### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



## INDHOLDSFORTEGNELSE

0.	Indledning	1
1.	Dimensionering af armerede betonkonsoller efter stringermetoden	1
1.1	Bestemmelse af armeringsareal og spændinger i trykstringer	1
1.2	Trækarmeringens forankring	3

# DIMENSIONERING AF ARMEREDE BETONKONSOLLER

## 0. INDLEDNING

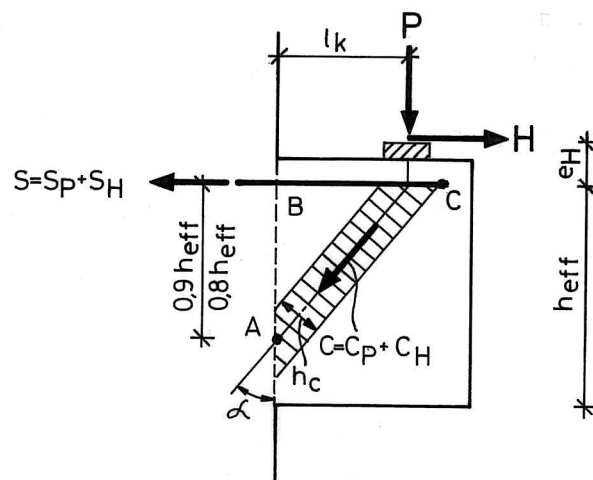
Da armerede betonkonsoller ofte har en relativ lille udstrækning i længderetningen i forhold til tværsnitshøjden, vil anvendelsen af den tekniske bøjningsteori ved en dimensionering ikke give rimelige resultater.

Nedenfor er beskrevet 2 metoder til dimensionering af armerede betonkonsoller, dels den klassiske stringermetode og dels en plasticitetsteoretisk metode beskrevet af civ. ing., lic. techn. Bjarne Chr. Jensen.

## 1. DIMENSIONERING AF ARMEREDE BETONKONSOLLER EFTER STRINGERMETODEN

### 1.1 Bestemmelse af armeringsareal og spændinger i trykstringer

Nedenfor beskrives denne beregningsmetode ved anvendelse af regningsmæssige værdier for laster og styrker. Teorien gælder for konsoller med  $l \geq l_k/h_{\text{eff}} \geq 0,5$ . Konsoller udføres sjældent så høje, at  $l_k/h_{\text{eff}} < 0,5$ . Er  $l_k/h_{\text{eff}} < 0,5$ , bør teorien for vægskiver benyttes, se. f. eks. [1] kapitel 2.



Figur 1

I fig. 1 er vist en konsol påvirket af en lodret og vandret last  $P$  og  $H$ .

Det har i mange år været god praksis at benytte to forskellige værdier for afstanden, målt  $\perp$  armeringsretningen, mellem tyngdepunktslinien for trækarmeringen og skæringspunktet mellem tyngdepunktslinien for trykstringeren og indspændingstværsnittet.

Denne afstand sættes til  $0,9 h_{\text{eff}}$  og  $0,8 h_{\text{eff}}$  ved beregninger i forbindelse med henholdsvis tryk- og trækstringeren.

Der regnes med en jævnt fordelt betonspænding i trykstringeren over arealet  $b \times h_c$ , hvor  $b$  er konsolbredden og  $h_c$  er trykstringerens "tværsnitshøjde".  $h_c$  regnes til 20% af  $h_{\text{eff}}$ , d.v.s.  $h_c = 0,2 h_{\text{eff}}$ . Der regnes med en effektivitetsfaktor på  $\nu = 0,95$ , således at spændingen  $\sigma_c$  i trykstringeren skal opfylde kravet

$$\sigma_c \leq 0,95 f_{cd} \quad (1)$$

For store værdier af  $h_{\text{eff}}$  og  $l_k$  skal man sikre sig, at der ikke forekommer stabilitetsbrud i trykstringeren. Som en grov tilnærmelse kan man her betragte trykstringeren som en søjle simpelt understøttet ved kraftangrebepunktet og ved indspændingstværsnittet, d.v.s. med en fri søjlelængde

$$l_s = \sqrt{(0,9 h_{\text{eff}} + e_H)^2 + l_k^2} \quad (2)$$

Denne undersøgelse er på den sikre side under forudsætning af, at konsollen kan regnes fastholdt ved kraftangrebepunktet.

Af fig. 1 fås ved moment om pkt. A:

$$S = S_P + S_H = \frac{1}{0,8 h_{\text{eff}}} \left\{ P l_k + H (e_H + 0,8 h_{\text{eff}}) \right\} \leq A_s f_{yd}$$

$$A_s \geq \frac{1}{0,8 h_{\text{eff}} f_{yd}} \left\{ P l_k + H (e_H + 0,8 h_{\text{eff}}) \right\} \quad (3)$$

Moment om pkt. B giver

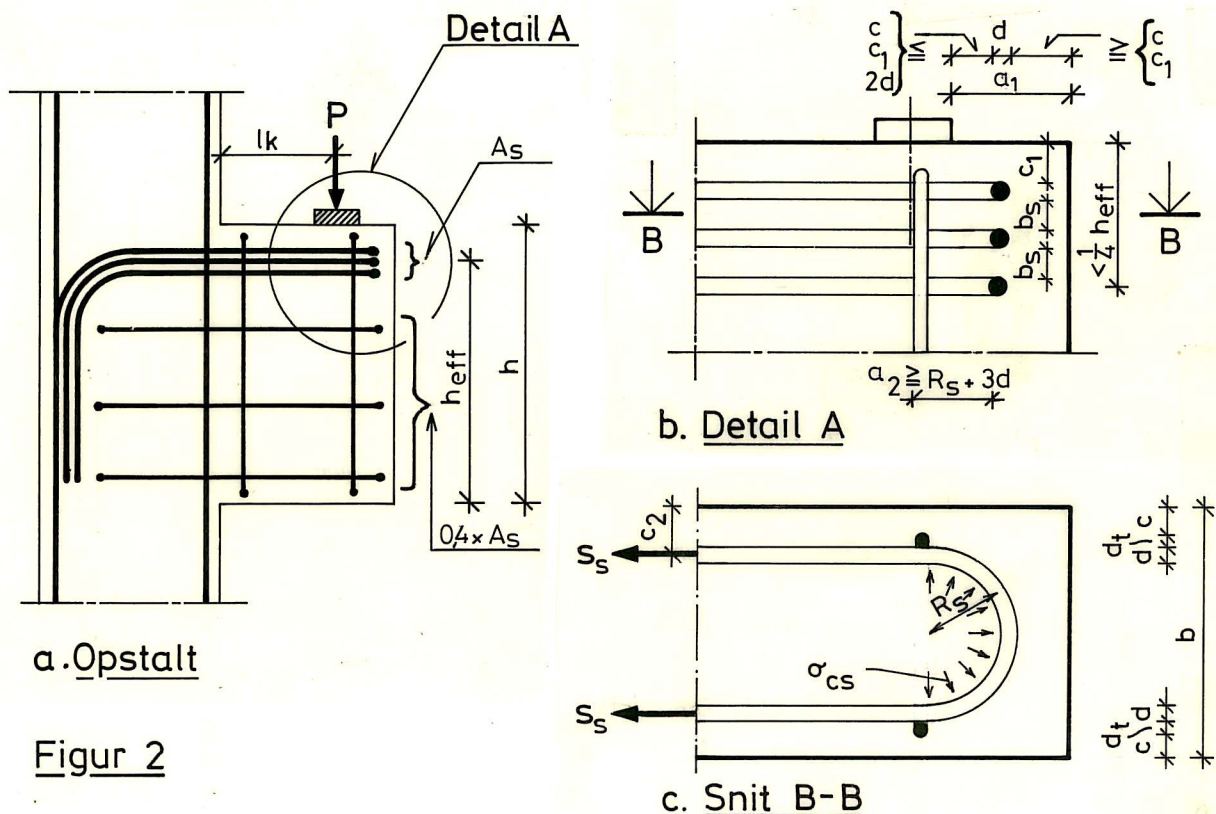
$$C l_k \cos \alpha = (C_P + C_H) l_k \cos \alpha = P l_k + H e_H$$

$$C = \frac{(P l_k + H e_H) \sqrt{0,81 h_{eff}^2 + l_k^2}}{0,9 l_k h_{eff}} \quad (4)$$

$$\sigma_c = \frac{C}{b h_c} = \frac{P(l_k + H e_H) \sqrt{0,81 h_{eff}^2 + l_k^2}}{0,18 l_k b h_{eff}^2} \leq 0,95 f_{cd} \quad (5)$$

## 1.2 TRÆKARMERINGENS FORANKRING

Kraften i trækarmeringen i armerede betonkonsoller vil være næsten konstant på strækningen fra forkant konsol til indspændingstværsnittet. Denne kendsgerning gør, at der stilles store krav til armeringens forankring ved konsollens forkant.



Figur 2

Normalt udføres forankringen som en "hårnålforankring", se fig. 2. For at betonen skal kunne optage de spændinger, der opstår mellem beton og armering i armeringskrumningen, er det nødvendigt, at der anvendes relativt store krumningsradier. Man anvender derfor oftest vandret liggende hårnålbøjler, da hårnålbøjler i lodret plan vil bevirke, at ret store områder af den sårbare konsolforkant vil blive uden armering, samt at der opstår spaltekrafter  $\perp$  konsollens plan.

Normalt vil lasten blive overført til konsollen gennem en lejeplade. Denne lejeplade bør som vist i fig. 2 placeres

passende langt fra konsollens forkant, idet man herved opnår forbedrede forankringsforhold for de som trækarmring anvendte hårnålebøjler. Afstanden fra forkant konsol til forkant lejeplade skal med de i fig. 2 anvendte betegnelser opfylde kravet

$$a_1 \geq \max \left\{ c, c_1 \right\} + d + \max \left\{ c, c_1, 2d \right\} \quad (6)$$

hvor  $\max \left\{ c, c_1, 2d \right\}$  betyder, at den største af værdierne af  $c$ ,  $c_1$  og  $2d$  skal benyttes. Desuden anbefales det, at afstanden fra kraftresultantens angrebslinie til hårnålbøjle's inderside skal opfylde kravet

$$a_2 \geq R_s + 3d \quad (7)$$

hvor  $R_s$  er hårnålbøjle's krumningsradius.

Hårnålbøjlerne kan placeres i flere lag eller "bundtes".

Placeres hårnålbøjlerne i flere lag, bør nederste lags afstand fra konsollens overkant være mindre end  $\frac{1}{4} h_{\text{eff}}$  (se fig. 2).

For konsoller  $l \geq l_k/h_{\text{eff}} \geq 0,7$  anvendes alene den ovenfor omtalte trækarmring. For større højder,  $0,7 > l_k/h_{\text{eff}} \geq 0,5$ , indlægges der som vist i fig. 2a ekstra hårnålbøjler svarende til ca. 40% af den egentlige trækarmring. Den sidstnævnte armering fordeles jævnt over den resterende højde, og er dermed med til at forhøje trykstringerens bæreevne, viser forsøg. Forsøg viser også, at lodrette bøjler ikke giver noget bidrag af betydning til bæreevnen, hvorfor disse kun anvendes af hensyn til fastholdelsen af de vandrette hårnålbøjler.

Trykket, se fig. 2c, der opstår mellem armering og beton i hårnålebøjle's krumning kan beregnes af

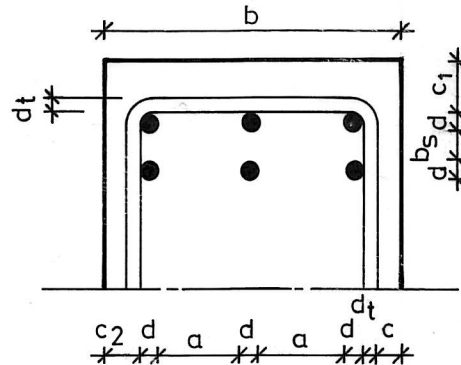
$$\sigma_{cs} = \frac{2 S_s}{2 R_s d} = \frac{S_s}{R_s d} \quad (8)$$

Tænkes armeringen udnyttet til flydning, fås af (8)

$$\sigma_{cs} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 f_{yd}}{R_s d} = 0,79 \frac{d}{R_s} f_{yd} \quad (9)$$

Heraf ses, at denne spænding er ligefrem proportional med armeringsdiameteren og omvendt proportional med hårnålbøjleens krumningsradius. I [2] anbefales  $R_s \geq 7,5 d$ .

Da det ofte er et problem at holde  $\sigma_{cs}$  passende lav, vil det være en fordel at bruge armeringsstænger med en relativ lille diameter.



**Figur 3**

Til bestemmelse af den tilladelige værdi af  $\sigma_{cs}$  benyttes (V 6.2.4) i [3]. Med betegnelserne i fig. 2 fås da

$$\sigma_{cs} \leq (0,2 + 0,8 \sqrt{\frac{A}{A_1}}) f_{cd} \quad (10)$$

$$\text{dog højst } \sigma_{cs} = 3 f_{cd} \quad (11)$$

$$\text{hvor } A_1 = d(b - 2(c_2 + d)) \quad (12)$$

$$A = \min. \text{ af } \begin{cases} (d + 2 c_1) b \\ (d + b_s) b \end{cases} \quad (13)$$

Indsættes (9) i (10), fås

$$0,79 \frac{d}{R_s} f_{yd} \leq (0,2 + 0,8 \sqrt{\frac{A}{A_1}}) f_{cd}$$

$$R_s \geq \frac{0,79 d}{(0,2 + 0,8 \sqrt{\frac{A}{A_1}})} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (14)$$



Indsættes minimumsværdierne i henhold til [3],  $c_1 = 1,5 d$ ,  $b_s = d$  og  $A_1 \approx d b$ , fås følgende overslagsværdi for  $R_s$

$$\text{armering i 2 lag } R_s \geq \frac{0,79 d}{(0,2 + 0,8 \sqrt{\frac{(d + d)b}{b d}})} \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = 0,59 d \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (15)$$

$$\text{armering i 1 lag } R_s \geq \frac{0,79 d}{(0,2 + 0,8 \sqrt{\frac{(d + 3 d)b}{b d}})} \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = 0,44 d \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (16)$$

Anvendes i henhold til DS 411 minimumsværdierne for  $b_s$  og  $c_2$ , vil det oftest være nødvendigt at benytte små armeringsdiametre. Ønskes der anvendt større armeringsdiametre, må det lodrette dæklag og den frie afstand mellem armeringsstængerne forøges. Sættes  $c_1 = \frac{1}{2} b_s = \alpha d$ , kan  $\alpha$  ved valgt  $d$  og valgt  $R_s$  beregnes af følgende udtryk, idet (12), (13) og (14) er benyttet.

$$\sqrt{\frac{(1 + 2 \alpha) b}{b - 2 (c_2 + d)}} \geq - 0,25 + 0,99 \frac{d}{R_s} \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (17)$$

Ses der bort fra størrelsen  $2 (c_2 + d)$  i nævneren under kvadratrodstegnet, fås på den sikre side

$$\sqrt{1 + 2 \alpha} > - 0,25 + 0,99 \frac{d}{R_s} \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (18)$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \left\{ \left( 0,99 \frac{d}{R_s} \frac{f_{yd}}{f_{cd}} - 0,25 \right)^2 - 1 \right\} \quad (19)$$

#### Litteraturliste

- [1] Fritz Leonhardt: Vorlesungen über Massivbau. Zweiter Teil.
- [2] - - - : - - - - - Dritter -
- [3] DS 411 Dansk Ingeniørforenings Norm for betonkonstruktioner, marts 1984.

SYMBOLER

$a$	fri afstand mellem armeringsstænger, målt i bredderetningen
$a_1$	afstand fra forkant konsol til forkant lejeplade
$a_2$	afstand fra kraftresultantens angrebslinie til hårnålbøjlels inderside
$A_s$	hovedarmeringens tværsnitsareal
$b$	tværsnitsbredde
$b_s$	fri afstand mellem armeringsstængerne målt i højderetningen
$c$	dæklag
$c_1$	dækkende betonlag på hovedarmeringen
$c_2$	dækkende betonlag på hovedarmeringen
$C$	$= C_p + C_H$
$C_H$	kraft i trykstringer hidrørende fra vandret last
$C_p$	Kraft i trykstringer hidrørende fra lodret last
$d$	hovedarmeringens diameter
$d_t$	tværarmeringens diameter
$e_H$	afstand fra vandret last til trækarmringens tyngdepunktslinie
$h$	tværsnitshøjde
$h_{eff}$	effektiv højde, d.v.s. afstand fra tværsnittets trykkede kant til armeringens tyngdepunkt
$h_c$	trykstringerhøjde ( $h_c$ regnes lig $0,2 \cdot h_{eff}$ )
$H$	horisontal kraft
$l_k$	afstand fra kraftresultants angrebspunkt til indspændingstværsnit
$l_s$	fri søjlelængde
$P$	vertikal kraft
$R_s$	hårnålbøjlels krumningsradius
$S$	$= S_H + S_P$
$S_H$	trækkraft i armeringen hidrørende fra vandret last
$S_P$	trækkraft i armeringen hidrørende fra lodret last
$S_s$	trækkraft i den enkelte armeringsstang
$\sigma_c$	betonspænding i trykstringer
$\sigma_{cs}$	trykspænding mellem beton og armering i hårnålbøjlels krumning
$f_{cd}$	betonens regningsmæssige trykstyrke
$f_{yd}$	armeringens regningsmæssige trækflydespænding